

25 METEOR-EXPEDITIONEN 1964 - 1971

Eine Zwischenbilanz
vor dem Hintergrund der Entwicklung
internationaler Meeresforschung

1972

FRANZ STEINER VERLAG GMBH
WIESBADEN

MEERESGEOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN MIT F. S. „METEOR“

VON E. SEIBOLD

Für den Geologen sind 20 Minuten eines Vortrags kaum wahrnehmbare Meßgrößen. Dies ist ein prinzipieller Unterschied zu den physikalischen Ozeanographen oder den maritimen Meteorologen. Ihr wissenschaftliches Interesse an kurzzeitigen Prozessen im Meer zwingt sie auch immer mehr zu synoptischen Messungen mit Schiffen, Flugzeugen, Satelliten oder stationären Meßnetzen und schon deshalb zu intensiver und exakt vorausgeplanter internationaler Zusammenarbeit auf See.

Der Meeresgeologe braucht dies nur in Ausnahmefällen. Er hat sich bisher mit recht lockeren Absprachen regionaler oder methodischer Art zufrieden gegeben. Er hat bisher im wesentlichen eher versucht, die wissenschaftlichen Rosinen aus dem großen Kuchen herauszupicken dort, wo er sie vermutet, auch während der Internationalen Indischen Ozean-Expedition. Erst in diesen Jahren beginnt man mit planvolleren internationalen marine-geologischen Unternehmungen, wie etwa 1969 in Cambridge mit den Vorbereitungen zur Untersuchung des afrikanischen ostatlantischen Kontinentalrands durch französische, englische, süd-afrikanische, amerikanische und deutsche Schiffe. Die „Meteor“-Fahrt 25/1971 vor die Sahara ist ein Glied in dieser Kette.

Umgekehrt können und müssen unsere zeitloseren und recht mühsam zu erarbeitenden Daten auch noch nach Jahrzehnten international ausgewertet werden. Dies verlangt eine detaillierte Veröffentlichung der Daten.

Eine zweite Besonderheit für den Meeresgeologen liegt darin, daß er in besonderem Maß auf interdisziplinäre Zusammenarbeit mit fast allen anderen Sparten der Meereskunde angewiesen ist. Ein Beispiel vom Südausgang des Roten Meeres: Es ist ein Nebenmeer in aridem Klima. Deshalb herrscht meist Einstrom des Oberflächenwassers. Die physikalische und chemische Wasserbilanz führte nach Ergebnissen der „Meteor“-Fahrt 1 zu einer über alles gemittelten Sedimentationsrate von einigen cm/1000 Jahren im eigentlichen Roten Meer. Die geologische

Auswertung von Sedimentkernen in diesem Bereich führte zu ähnlichen Größenordnungen. Südlich Bab el Mandeb ergaben sich aber 5—10mal höhere Raten. Weshalb? Hier wirkt sich der bodennahe Ausstrom aus. Er wird erstens durch die dort komplizierte Morphologie gesteuert. Zweitens ist am dortigen Sediment der Anteil an Resten von Flachwasserorganismen und Schwermineralen so hoch, daß eine gleichfalls komplizierte, indirekte Zufuhr von der afrikanischen und arabischen Küste her angenommen werden muß.

Die interdisziplinäre Zusammenarbeit wurde und wird von vielen Ozeanographen betont gefördert. Dieses interdisziplinäre Moment kann meines Erachtens noch mehr als bisher eine deutsche Besonderheit werden, wenn wir den Nachteil der kleinen Zahl von Meeresinstituten und -Forschern und ihrer Verteilung auf den engen deutschen Raum, sowie den Nachteil, zur Zeit nur ein einziges allseitig verwendbares Forschungsschiff zu haben, in diesen Vorteil bewußt umzumünzen versuchen. Im Sextett des globalen Konzerts können wir bei unseren gegenwärtigen Möglichkeiten hinsichtlich großer Expeditionen ohnehin nur allenfalls den Part der Bratsche übernehmen.

Die aus dieser Einleitung zu ziehende Folgerung für die deutsche Meeresgeologie der Gegenwart wäre:

- 1) Untersuchungen mit möglichst vielseitigen Aspekten auf typische Regionen und Modellfälle zu beschränken,
- 2) die erzwungenen längeren Pausen zwischen den Expeditionen zu einer besonders intensiven Materialauswertung zu nutzen, wie es manchen Nationen mit zahlreichen Forschungsschiffen nicht möglich ist.

Ich glaube, daß diese Folgerung von einer Reihe von meeresgeologisch Interessierten schon in der Vergangenheit gezogen worden ist, was bisher veröffentlichte Beispiele aus verschiedenen Arbeitsgebieten der Gruppen in Hamburg, Hannover, München und Kiel zeigen möge.

1. MORPHOLOGIE

Die Gestalt des Meeresbodens ist von grundsätzlichem geologischem Interesse. Das Romanche-Tief ist eine Schlüsselstelle des mittelatlantischen Rückens. Wie zieht es beispielsweise nach Afrika in Richtung Nigerdelta weiter? Gibt es in seiner Umgebung Nischen für die Ent-

stehung hydrothermaler Erzschlämme, Schollen mit Nickel- oder Chrom-
erzen?

Die Tiefenkarte der Großen Meteorbank (Abb. 31) zeigt viele Details,
z. B. Hangterrassen. Wie sind sie an anderen untermeerischen Bergen
ausgebildet? Spiegeln sie lokale, regionale, globale Unterschiede der
Förderung vulkanischen Materials, der Vertikalbewegung des Unter-
grunds, alter Stände des Meeresspiegels wider?

Die Sedimente und junge Geschichte des Persischen Golfs kann nicht
ohne seine Tiefenkarte erklärt werden, die nach der „Meteor“-Fahrt
1/1964—65 erarbeitet worden ist (Seibold & Vollbrecht 1969). Sie wird
in den Atlas der International Indian Ocean Expedition aufgenommen,
der in der UdSSR in Arbeit ist. Details daraus zeigen ertrunkene Kliffs,
Terrassen, Dünen, Strandwälle, Täler.

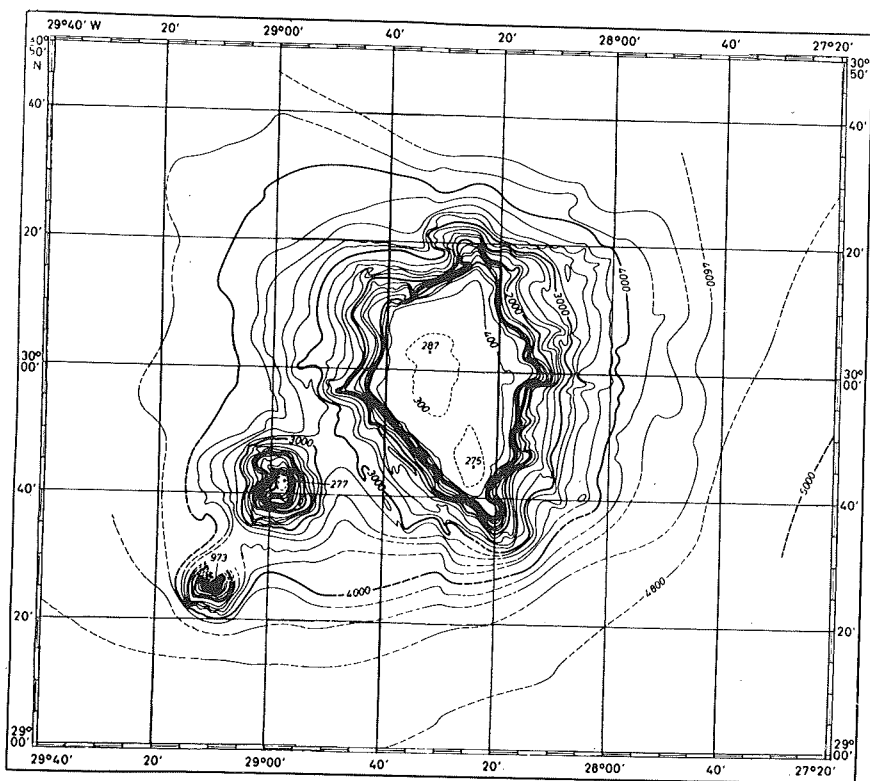


Abb. 31: Tiefenkarte der Großen Meteorbank (n. Ulrich in Closs et. al. 1969)

Diese ersten Beispiele aus „Meteor“-Fahrten hätten ohne das in Kiel entwickelte Schelfrandlot nicht erstellt werden können. Was für solche Studien künftig nottut, ist die Verfeinerung der Aufnahme, auch der flächenhaften, und die Automatisierung der Auswertung.

2. VERTEILUNG UND EIGENSCHAFTEN DER OBERFLÄCHENSEDIMENTE

Der Kontinentalrand westlich Pakistans und Indiens wurde mit „Meteor“ in Zusammenarbeit mit indischen und pakistanischen Kollegen untersucht. Vom Festland her wurde in der Nacheiszeit nur ein schmaler Streifen von Schlick abgelagert (Abb. 32). Der äußere Schelf ist von sandigen Relikten aus der letzten Kaltperiode mit dem damals niedrigeren Meeresspiegel bedeckt. Schlicke verschiedener Zusammensetzung bedecken den Kontinentalhang und -fuß. Aus den Eigenschaften dieser Sedimente sei nur deren Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff herausgegriffen. Er ist genau in den Wassertiefen erhöht, in denen im nordindischen Zwischenwasser zwischen rund 150 und 1200 m Tiefe ein Sauerstoff-Minimum auftritt. Deshalb auch ein vermindertes Bodenleben in diesen Tiefen, deshalb die Erhaltung der Feinschichtung im „Bänderschlick“. Dieselben Erscheinungen wurden am Westende des Oman-Golfs beobachtet (Hartmann et al 1971). Die Kurven für den Sauerstoffgehalt des Wassers und für den Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff im Sediment sind gegenläufig. Die verringerten Verluste der organischen Substanz durch zurücktretende Oxydation können allerdings allein deren Reichtum nicht erklären. Es fehlen letztlich noch sonstige Vergleichsfälle aus anderen Ozeanen, doch ist bisher international erstaunlich wenig von Sedimenten der Kontinentallänge bekannt geworden.

Von der iranischen Seite des Persischen Golfs seien zwei allgemeine Ableitungen als Beispiele herausgestellt, wie man aus zahlreichen Sedimentparametern heraus zu einem dynamischen Bild des Sedimentationsgeschehens kommen kann. Die Sediment-Transportrichtungen (Abb. 33) verlaufen entweder parallel oder quer zur Küste, was auf morphologische und hydrologische Besonderheiten zurückgeführt werden kann. Ähnliche Verhältnisse werden für das Tertiärmeer, in der sogenannten Molasse des nördlichen Alpenvorlands, angenommen. Die zweite Ableitung sind die Sedimentationsraten. (Sarnthein 1971). Vor manchen iranischen Flußmündungen erreichen sie über 100, ja 500 cm pro 1000 Jahre, erstaunlich hohe Werte für semi-arides Klima. Den zentralen

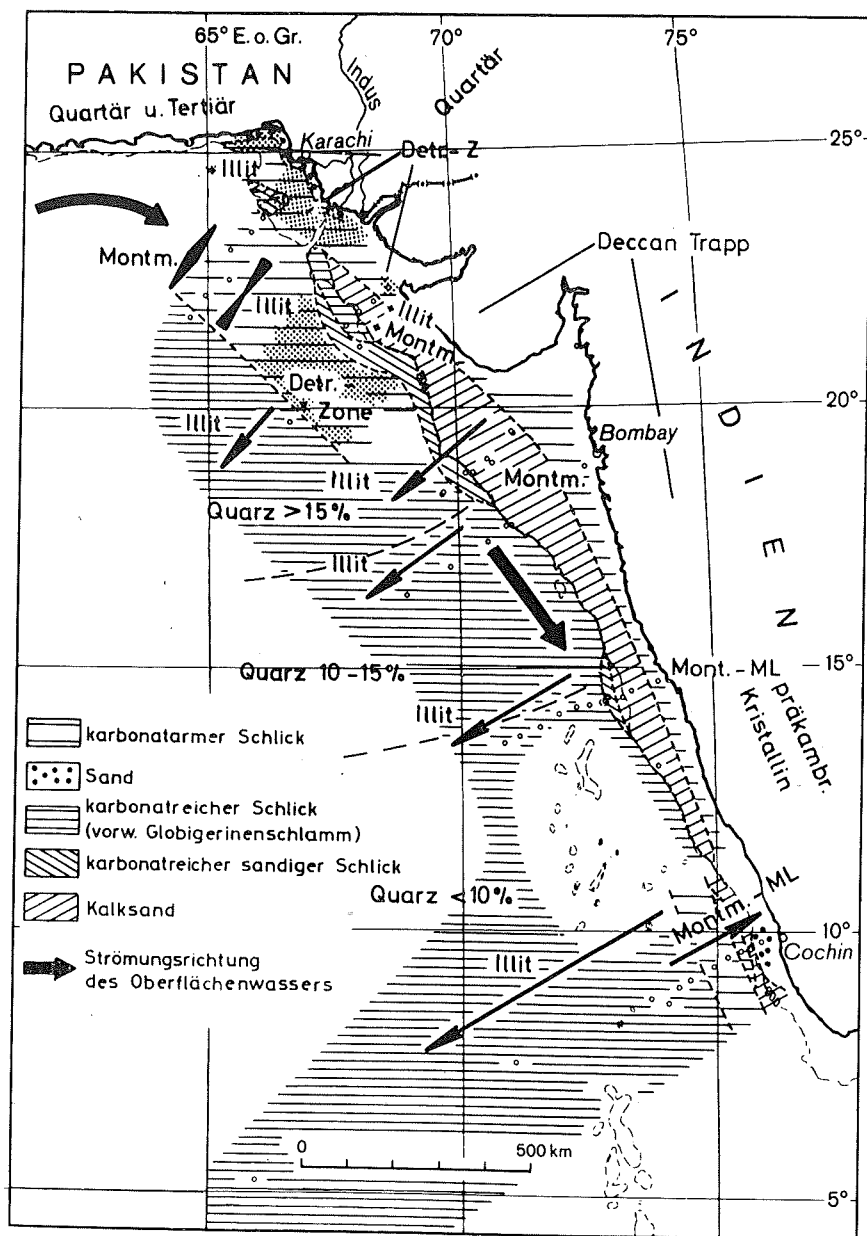


Abb. 32: Lithofaziesverteilung der Oberflächensedimente vor der pakistanisch-indischen Westküste (n. Mattiat in Schott et al. 1970)

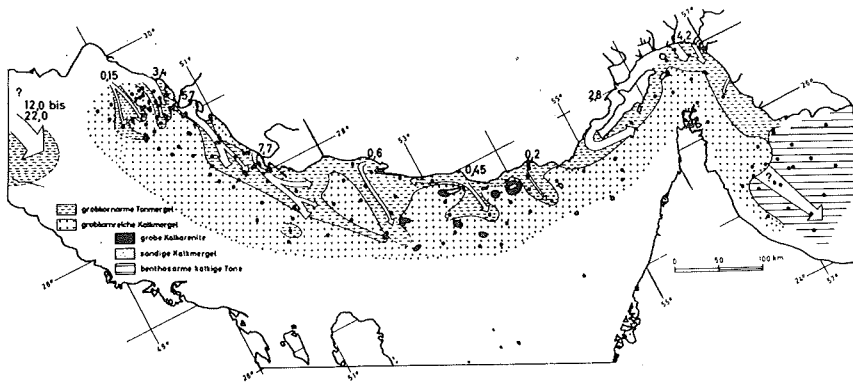


Abb. 33: Sedimenttransportrichtungen (Pfeile) im Persischen Golf (n. Sarnthein 1971).

Teil der Becken mit seiner im wesentlichen biogenen Sedimentation von wenigen cm/1000 Jahre hat diese terrigene Schüttung in den letzten 10 000 Jahren noch nicht erreicht.

Die Auswertungen der „Meteor“-Fahrt 1 haben dazu geführt, daß diese Meeresböden sedimentologisch heute zu den bestbekannten der Welt gehören. Freilich illustriert gerade die Internationale Indische Ozean-Expedition das anfangs Gesagte: Annähernd ähnlich detaillierte Ergebnisse liegen bisher nur aus französischen Untersuchungen von Teilgebieten um Madagaskar, aus den erwähnten deutschen westlich Pakistan und Indien, aus indischen in engen Ausschnitten, aus amerikanischen in der Andaman See und der Malakka-Straße und aus amerikanisch/australischen vom Sahul-Schelf vor. Veröffentlichungen von Sedimentkernen fehlen jedoch bis heute von den dortigen Kontinentalrändern fast ganz. Gestatten Sie mir auch hier als Einschaltung einen Blick auf künftige methodische Entwicklungen. Ziel für die Schiffs- und Arbeitszeit fressenden Sedimentstudien muß die Entwicklung von Untersuchungsmethoden sein, die vom fahrenden Schiff aus vorgenommen werden. Ein ermutigender Beginn ist die flache Reflexionsseismik. Stationen und direkte Probenentnahme werden aber auch künftig unumgänglich sein. Sie sollten indessen nach vorhergegangener kontinuierlicher Aufnahme auf typische und kritische Fälle begrenzt werden. Auch auf diesem Gebiet muß die Probenauswertung im Labor in den bisher erkennbaren Fällen automatisiert werden.

3. ABFOLGE DER SEDIMENTE

Die Sedimentfolge, ein weiteres Hauptarbeitsgebiet der Meeresgeologie, wird an Sedimentkernen untersucht. Auf Meteorfahrten wurden zwei deutsche Geräte neu- oder weiterentwickelt. Das Kastenlot mit 15 x 15 cm oder größerer Kernfläche (30 x 30 cm) hat inzwischen weltweit Anklang gefunden. Es wird in Schlammen eingesetzt. In Sanden hilft das Vibrationshammer- Kerngerät, dessen Weiterentwicklung für Sedimentkerne bis 6 m Länge und 15 x 15 cm Querschnitt soeben vor Westafrika erfolgreich abgeschlossen wurde. Vor Sylt hat das kleinere Modell schon in früheren Jahren bis 2 m lange Sedimentkerne gebracht mit weißem Sand aus der Tertiärzeit, darüber jüngeren grauen Tone und als oberste Decke braune Sande, die sich leider dort heute noch bewegen. Diese Abfolge zeigt das wissenschaftliche Problem des letzten Kapitels.

Der Geologe will aus solchen Schichten letztlich die Erdgeschichte ableiten, für das Meer also Fragen angehen wie: Welche Temperaturen, welche Strömungen haben früher geherrscht? Stagnierte das Wasser? War das Land nah, lag es weit entfernt? Hatte es arides, humides Klima? War die biogene Produktion qualitativ, war sie quantitativ unterschiedlich? Gab es günstige Bedingungen für die Bildung sedimentärer Lagerstätten, also für Öl, für Gas, für Erze?

Auch dafür nur ein Beispiel, von der „Meteor“-Fahrt 8/1967, vom ibero-marokkanischen Kontinentalrand. Im Mittelpunkt der hier erwähnten Untersuchungen standen die planktonischen Foraminiferen. Die Aufnahme mit dem Raster-Elektronenmikroskop (Abb. 34) zeigt, wie zart die Gehäuse aus Kalzit sind, wie leicht sie daher im tieferen Wasser der Ozeane oder im Sediment selbst an- und aufgelöst werden können. Dieses Filter der Veränderungen im Sediment selbst, die sogenannte Diagenese, schiebt sich leider neben anderen Störungen stets zwischen die Befunde vom Kernmaterial und die Umwelt, die wir daraus rekonstruieren wollen. Die Seiten unserer geologischen Geschichtsbücher sind leider zum Teil herausgerissen, verfärbt, verändert und unleserlich geworden, ja oft buchstäblich von Würmern zerfressen. Im in Abb. 35 dargestellten Kern 8004 C vor Portugal aus rund 5000 m Wassertiefe zeigen die planktonischen Foraminiferen nach ihrer Verteilung hinsichtlich Kalt- und Warmwasserformen (links) im unteren Kernteil das Ausklingen der Eiszeit an. Dabei ist die Anlösung, rechts dargestellt, im eiszeitlichen Teil offensichtlich erheblich geringer. Dies kann damit er-

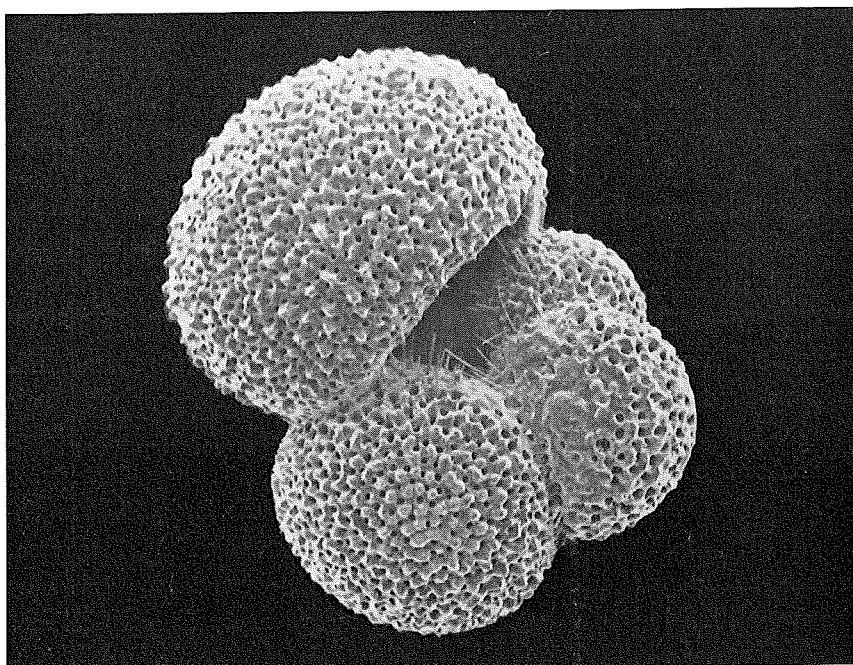


Abb. 34: Planktonische Foraminifere (*Globigerina bulloides* D'Orb.) aus Sedimenten des Arabischen Meers, „Meteor“-Station 1048, 2835 m Wassertiefe. Durchmesser etwa 0,37 mm. Raster-Elektronenmikroskop-Aufnahme Pflaumann, Geol. Inst., Kiel

klärt werden, daß damals das polare Tiefenwasser vor Portugal keinen oder nur verminderten Zutritt hatte. Selbst dieses schematisierte Beispiel aus einem kleinen Raum mag die Komplexität der Forschungen zeigen, bei denen wir ganz am Anfang stehen.

Gelingt es, die heutigen Sedimente mehr als bisher mit den heutigen Umweltbedingungen zu verknüpfen, die darunterliegenden mit denen der Vorzeit, so können wir auch immer besser dem klassischen Geologen helfen, seine fossilen Sedimentgesteine hinsichtlich ihres Charakters, ihrer Mächtigkeiten, Verbreitung und Entstehung zu erklären. Ein hoch aktuelles Beispiel sind die in Auswertung befindlichen „Meteor“-Fahrten ins Mittelmeer. War es in der Eiszeit immer das heutige aride Modell eines Nebenmeers? Waren Perioden humiden Klimas, also gegenläufiger Zirkulation, eingeschaltet? Bilden sich heute darin Sedimente, wie sie sich hochgehoben und verformt im Alpenkörper wiederfinden lassen?

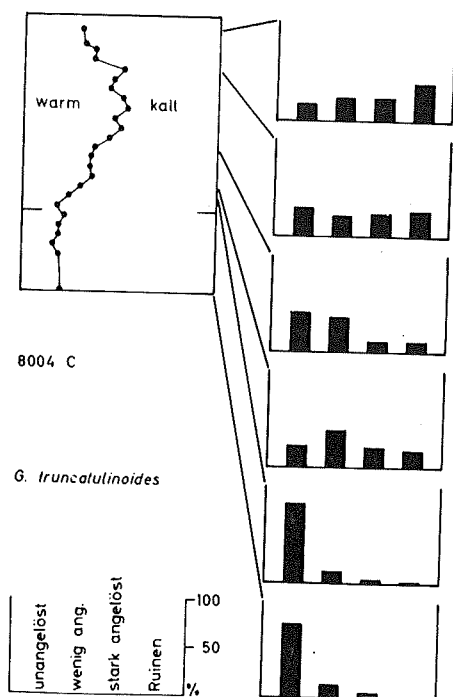


Abb. 35: Planktonische Foraminiferen in einem Sedimentkern vor Portugal (n. Thiede 1971).

Dies führt zum Ende dieser Rückschau. Wenigstens im Methodischen hielt sie sich an ein arabisches Sprichwort: „Jeder Blick zurück braucht zwei nach vorn.“

Der Blick auf künftige, international vordringliche Probleme der marinen Geowissenschaften könnte nicht besser gegeben werden als durch einige Ergebnisse eines „Marine Geoscience Workshop“ Ende September 1971 in Hawaii. Viele Gesichtspunkte, unter die die bisherige Arbeit mit „Meteor“ gestellt wurden, fanden dort eine Bestätigung. Zu den fachlichen Empfehlungen mit höchster Priorität für künftige Arbeit gehört beispielsweise als erstes Projekt „Paläo-Ozeanographie und Sedimentationsgeschichte der ozeanischen Sedimente“, als zweites „Anlieferung von Sedimentmaterial durch Flüsse ins Meer“, ein drittes „Internationale morphologische Kartierung des Meeresbodens“. Zu den regionalen Empfehlungen gehören zwei große internationale kooperative Expeditionen, eine in den Atlantik zwischen Südamerika und Afrika,

die zweite in den Südwestpazifik. Weiterhin werden die Tiefseebohrungen, die marinen mineralischen Rohstoffe, das europäische Mittelmeer hervorgehoben. Ich glaube, daß wir uns in der Bundesrepublik bemüht haben, diese „Zeichen der Zeit“ für unsere Planungen rechtzeitig zu erkennen.

LITERATUR

Es wird auf die „Meteor“-Forschungsergebnisse Reihe A, 1966 ff und Reihe C, 1968 ff hingewiesen. Inhaltsverzeichnis s. Anhang dieses Heftes.